

ANALISIS KERUSAKAN *SPHERICAL BEARING* PADA *ROLLER GRINDING ATOX MILL K1M01* DI AREA *COAL MILL* PT. SEMEN BATURAJA I (PERSERO) TBK INDONESIA

Muhammad Jepri Agus^[1], Syafri^[2], Dedi Rosa Putra Cupu^[3]
Laboratorium Teknologi Konstruksi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau,
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru, 28293, Indonesia
^[1]jepri.agus@student.unri.ac.id, ^[2]syafri@gmail.com, ^[3]dedi.cupu@lecturer.unri.ac.id

ABSTRACT

Roller Grinding at Atox Coal Mill is equipment used to refine coal (raw coal). In the atox mill have three roller grinding. The movement of the roller grinding comes from the table's movement under the grinding roller. The lubrication system on the roller grinding is rated on the outside lubrication system. Roller grinding in atox vertical mill is a device that used a large bearing type of heavy duty. The method on spherical damage analysis used the data that exists in the field and data theoretically calculations so the purpose of this calculation is to find out the age bearing with the type of damage occurring on bearing, and to know the age of bearing SKF 23068 CAC on roller three grinding atox mill with a bearing speed on the bearing age, that the speed of bearing screening affects the thickness of a film layer. The faster of sphere, the thinner layer film is resulting..

Keywords: *Roller grinding, caol mill, bearings.*

1. Pendahuluan

Industri semen adalah industri ekonomi utama dalam sistem ekonomi bangsa. Kebutuhan pada mesin terdapat banyak komponen yang bergerak baik dalam bentuk gerakan statis maupun dinamik [1]. Gerakan relatif antar komponen mesin akan menimbulkan gesekan, dimana gesekan ini dapat menurunkan efisiensi mesin, meningkatnya temperatur, keausan, dan berbagai efek negatif lainnya. Gesekan antara komponen mesin tersebut dapat diminimalkan dengan menggunakan *bearing* [2]. Ada alasan ekonomi seperti menghindari kerusakan akibat kegagalan, kerugian akibat penghentian produksi, biaya perbaikan, perawatan dan lingkungan karna kegagalan teknologi. Dalam dunia permesinan komponen-komponen alat dapat terjadi kerusakan, baik itu karena umur masa pakai alat yang habis, komponen tersebut sudah tidak berfungsi sama sekali, komponen tersebut berfungsi tapi membahayakan ataupun karena sebab lainnya.

Pada saat ini industri PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk mau menunjukkan tingkat kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan pabrik semen di Indonesia dalam hal ketersediaan peralatan yang lebih tinggi konsumsi energi spesifik dan toleransi gas abu emisi yang lebih ramah lingkungan ini disebabkan oleh manajemen pemeliharaan, penuaan peralatan, dan pilihan teknologi harus memadai dengan di imbangi faktor manusia. Namun masalah konsistensi proses produksi di pabrik PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk, masih harus ditangani dalam cara yang sistematis terjadwal.

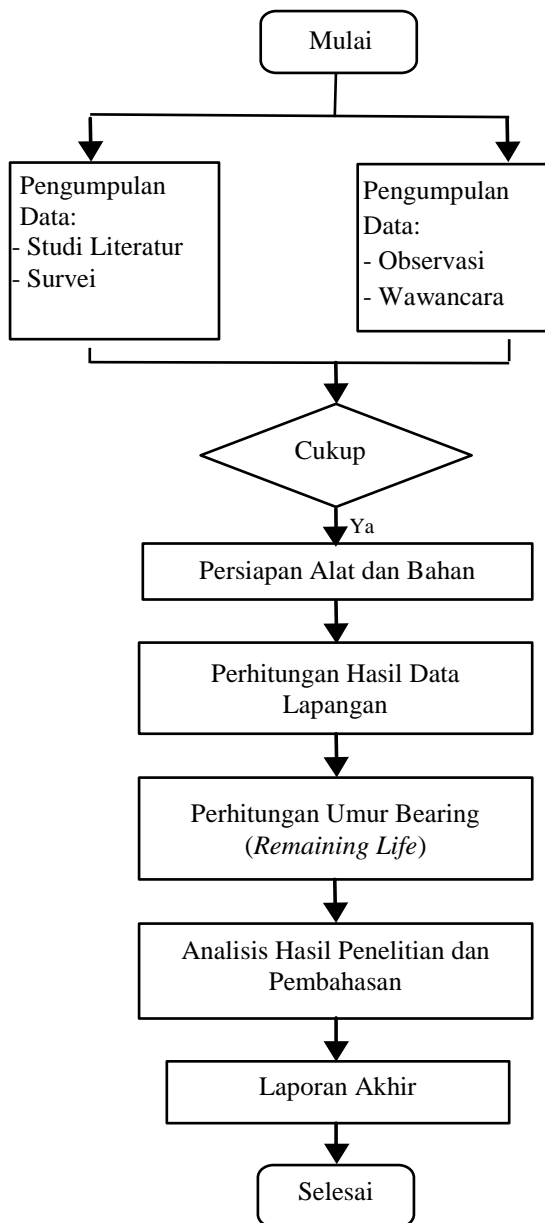
Dalam dunia industri saat ini, penggunaan *bearing* banyak digunakan, salah satunya pada *Roller Atox Vertical Mill*. Untuk mencapai hasil produksi yang diinginkan maka setiap peralatan harus berada pada kondisi yang baik antara lain *Atox*

Vertical Mill sebagai penghancur *raw coal* yang merupakan bahan dasar pembakaran pada *rotary kiln*, sebagai mesin karena fungsi dari *bearing* ini sangat vital untuk mengurangi gesekan harus dilakukan pengecekan bertahap terutama pada kinerja *roller* [3].

Dalam penggunaan mesin *atox coal mill* di PT. Semen Baturaja I (Persero) Tbk, sering terjadi kerusakan pada *bearing roller grinding* yang mengalami kerusakan karena beberapa faktor di dalam *roller grinding*. Oleh sebab itu pihak perusahaan melakukan pengevaluasian setiap melakukan pembongkaran *roller grinding* apabila terjadi penggilingan *raw coal* tidak maksimal. Tujuan dari analisis untuk mengetahui jenis kerusakan yang terjadi pada *bearing* serta mengetahui umur *bearing* SKF 23068 CAC pada *roller tiga grinding atox mill* dengan pengaruh kecepatan terhadap umur *bearing* bahwa kecepatan pemutaran *bearing* mempengaruhi ketebalan lapisan *film*. Semakin cepat pemutarannya semakin tipis lapisan *film* yang dihasilkan.

2. Metodologi

Adapun tahapan dalam penelitian ini terdapat didalam diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

3. Hasil

3.1 Data Awal Penelitian

Pada setiap perancangan akan membutuhkan data-data pendukung baik data primer maupun data sekunder [4]. Data yang diperoleh berdasarkan studi literatur yang dilakukan di area *coal mill* PT Semen Baturaja 1 (Persero) Tbk adalah sebagai berikut :

- Jenis *Bearing* = SKF 23068 CAC/W33
- Type *Bearing* = Spherical Roller Bearings
- Diameter dalam *Bearing* (d) = 340 mm
- Diameter luar *Bearing* (D) = 520 mm
- *Basic Load Dynamic* (C) = 2.812 kN

- *Basic Load Static* (Co) = 4.550 kN
- Berat (kg) = 105 kg
- Putaran Motor Penggerak (Rpm) = 1.300 rpm

Data spesifikasi *spherical roller bearings* yang diperoleh dari *catalogue bearing* dapat dilihat pada Tabel 1 [5].

Tabel 1 Spesifikasi Spherical Roller Bearings

Principal dimensions		Basic load ratings		Fatigue load limit	Speed ratings	Mass	Designations	
d	D	B	C	C ₀	Reference speed	Limiting speed	Bearing with cylindrical bore	tapered bore
mm	mm	mm	kN	kN	r/min	r/min	-	-
340	460	90	1.490	2.800	216	1.300	1.400	45.5
	520	133	2.812	4.550	335	1.000	1.300	105
	520	180	3.621	6.200	475	750	1.100	140
	580	190	4.445	6.800	480	800	1.000	210
	580	190	4.452	6.800	490	-	240	210
	580	243	5.487	8.650	630	430	630	280
	620	224	5.362	7.800	550	560	800	295
360	480	90	1.456	2.750	220	1.200	1.300	46
	540	134	2.850	4.800	345	950	1.200	110
	540	180	3.705	6.550	490	700	1.000	145

Dimensions		Abutment and fillet dimensions				Calculation factors			Permissible acceleration for oil lubrication ⁽¹⁾						
d	d ₂	D ₁	b	K	r _{1,2}	d ₄	d ₅	D ₃	r ₃	e	Y ₁	Y ₂	Y ₀	rotational	linear
mm	mm	mm	mm		min.	min.	max.	max.	max.					m/s ²	m/s ²
340	372	426	11.1	4	3	353	-	447	2.5	0.17	4	5.0	4	-	-
	385	468	22.3	12	5	358	-	502	4	0.24	2.8	4.2	2.8	-	-
	377	453	16.7	9	5	358	-	502	4	0.33	2	3	2	-	-
	394	498	22.3	12	5	360	-	560	4	0.31	2.2	3.3	2.2	-	-
	385	515	22.3	12	5	360	385	560	4	0.3	2.3	3.4	2.2	-	-
	383	491	16.7	9	5	360	-	560	4	0.4	1.7	2.5	1.6	-	-

3.2 Spesifikasi Bearing SKF 23068 CAC/W33

Spesifikasi jenis *spherical bearing* yang digunakan dalam *roller grinding atox coal mill* [6,7].

1. Tipe 23068 CAC/W33
- 2 = 2 row SRB
- 30 = Dimension Series
- 68 = Bore code
- CA = Initial design (one-piece machined brass cage of the

- double pronged type*)
- C = Bore type
- W33 = Features (grove and 3 oil holes in outer ring)
- Inner diameter = 340 mm
- Outer diameter = 520 mm
- Thickness = 133 mm
- Basic load (dynamic) = 2812 kN
- Fatigue limit load = 204 kN
- Limiting speed = 1900 rpm
- Reference speed = 850 rpm

3.3 Perhitungan Umur Pemakaian Radial Bearing

Perhitungan secara analitis perlu dilakukan untuk mendapatkan nilai dan mengetahui usia penggunaan bearing terhadap kinerja roller grinding yang digunakan pada atox mill K1M01 area coal mill.

3.3.1 Umur Aktual

Data dibawah adalah merupakan riwayat pergantian bearing terakhir dilapangan pada tanggal 18 Maret 2014, semua bearing diganti baru dikarenakan usia pakai, kemudian pada tanggal 06 Februari 2017 semua bearing diganti baru kembali dikarenakan usia pakai, dan pada tanggal 26 September 2018 pada saat shutdown PT Semen Baturaja 1 (Persero) Tbk yang diganti hanya pada bearing roller tiga dikarenakan adanya pitting corrosion pada bearing [8]. Hasil data rekaman riwayat waktu pada saat pergantian bearing dilapangan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Rekaman Riwayat waktu pergantian bearing yang dilapangan

1					
2	PT. SEMEN BATURAJA	REKAMAN MUTU		No. Dokumen	: 2 RD 2307 - 03
3	(PERSERO)			Halaman	: 1 dari 1
4					
5	RIWAYAT ALAT				
6	NOMOR UNIT :	KIM01	SEKSI :	COAL MILL	
7	NO	TANGGAL	URAIAN		
76	158	18 Maret 2014	Shutdown Atox mill (Pergantian bearing R1,R2,R3 & seal, wear segment & table, pergantian torque rod r1,r2,r3)		
77	159	14 April 2014	Pertukaran trush pad & sliding pad gearbox atoxmill & rekondisi gearbox		
	NO	TANGGAL	URAIAN		
	270	06 Feb 2017	Shutdown, Pergantian rotary shaft seal R1,R2,R3, Pergantian bearing (24160 CCK30 W77 + ACH 24160, bearing 23068 CAC/W33) roller 1 yang crack (pakai bearing eks), Pergantian bearing Torque rod (GE70), Dubling bagian casing yang aus, pergantian O-ring arah centrifuge dan roller, pergantian baut roller Set, pergantian bladder roller 3, penambahan nitrogen menjadi masing masing 70 bar, Persewaan kelengkapan baut wearsegment dan table, Pergantian bearing joint eye bottom roller 2		

Hasil data waktu pergantian bearing tipe 23068 CAC/W33 pada roller grinding atox mill dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Data Waktu Pergantian Bearing tipe 23068 CAC/W33 pada Roller Grinding

Tanggal	Umur 1	Umur 2	Umur Rata-Rata
18 Maret 2014	2		$\frac{4 \text{ Tahun } 6 \text{ Bulan}}{2}$
06 Februari 2017	11 Bulan	1 Tahun 7 Bulan	
26 September 2018			
Rata-Rata			2 Tahun 3 Bulan

Pengamatan yang dilakukan adalah dengan melakukan pengamatan selama roller grinding tersebut bekerja pada keadaan normal (24 jam/hari). Kemudian kerusakan bearing pada tahun 2017 dalam kurun waktu dua tahun sebelas bulan, kemudian tahun 2018 dalam kurun waktu satu tahun tujuh bulan, dicatat dan didapatkan hasil seperti tabel diatas.

3.3.2 Menghitung Umur Bearing

Berikut data lapangan yang diambil dari Bearing Grinding Atox Mill di PT. Semen Baturaja 1 (Persero) Tbk.

Bearing 23068 CAC/W33 dari gambar tabel 1 diperoleh data sebagai berikut :

- C = 2812 kN
- C₀ = 4550 kN
- Rpm = 1300 rpm

1. Hitung Rasio Fa / C₀

$$Fa = Frm = 56,24 \text{ kN}$$

$$\frac{Fa}{C_0} = \frac{56,24}{4550} = 0,0123 \text{ kN}$$

2. Kemudian cari nilai e dari tabel diatas dan diperoleh e = 0,24 untuk radial contact spherical bearing.

3. Bentuk rasio Fa/Fr dan dibandingkan dengan nilai e.

$$Fr = 0,02 \cdot C = 0,02 \cdot 2812 \text{ kN} = 56,24 \text{ kN}$$

$$\frac{Fa}{Fr} = \frac{56,24}{56,24} = 1$$

4. Karena rasio pada langkah 3 adalah lebih besar dari pada nilai rasio $\left(\frac{Fa}{Fr} > e\right)$ dari

Tabel 1 sehingga diperoleh, untuk menghitung beban equivalent.

$$P = 0,67(Fr) + Y_1 Fa$$

$$P = 0,67(56,24) + 2,8(56,24) = 195,152 \text{ kN}$$

Basic rating life bearing untuk menghitung umur bearing dapat dilihat pada Gambar 2 [9].

Basic rating life
The basic rating life of a bearing according to ISO 281:1990 is

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

If the speed is constant, it is often preferable to calculate the life expressed in operating hours, using the equation

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 n} L_{10}$$

where
 L_{10} = basic rating life (at 90 % reliability), millions of revolutions
 L_{10h} = basic rating life (at 90 % reliability), operating hours
 C = basic dynamic load rating, kN
 P = equivalent dynamic bearing load, kN
 n = rotational speed, r/min
 p = exponent of the life equation
 = 3 for ball bearings
 = 10/3 for roller bearings

Gambar 2 Basic Rating Life

5. Gunakan beban ekuivalen diatas untuk menghitung umur L_{10} Bearing [8]. Hasil perhitungan dari perbandingan kecepatan putaran (rpm) terhadap umur bearing dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Perbandingan Pengaruh Kecepatan Putaran (Rpm) terhadap Umur Bearing.

NO	Rotasi per Menit (rpm)	Rasio (Fa/C0) kn	Radial Load (Fr) kn	Equivalent Dynamic Load (P) kn
1.	500	0.01236	56.24	195.1528
2.	700	0.01236	56.24	195.1528
3.	900	0.01236	56.24	195.1528
4.	1300	0.01236	56.24	195.1528
5.	1500	0.01236	56.24	195.1528

Basic Rating Life L10 (Juta Putaran)	Basic Rating Life L10h (Jam)	Basic Rating Life L10H (Hari)	Basic Rating Life L10h (Tahun)
2.991724	99.724	4.155	11.384
2.991724	71.232	2.968	8.131
2.991724	55.402	2.308	6.324
2.991724	38.346	1.598	4.377
2.991724	33.241	1.385	3.795

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

$$= \left(\frac{2812}{195,152}\right)^3$$

$$= 2,991 \text{ juta Putaran}$$

Umur bearing dalam satuan waktu :

$$L_{10h} = \frac{1000.000}{60.\text{rpm}} \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

$$= \frac{1000.000}{60.\text{rpm}} L_{10}$$

$$= \frac{1000.000}{60.1300} \times 2,991 \text{ juta putaran}$$

$$L_{10h} = 38,346,15 \text{ jam}$$

$$L_{10h} = \frac{38,346,15}{24} = 1.597,75 \text{ hari}$$

$$L_{10h} = \frac{1.597,75}{365} = 4,37 \text{ tahun}$$

$$\text{Umur Bearing SKF} \frac{\text{Actual}}{\text{Teoritis}} = \frac{2,3 \text{ years}}{4,37 \text{ years}} = 0,52 \%$$

(effisiensi bearing)

Data umur aktual :

- Umur terpakai rata-rata bearing SKF 28068 CAC/W33 adalah sekitar 4,3 tahun.
- Umur terpakai terkecil adalah 1,7 tahun.

Data umur teoritis :

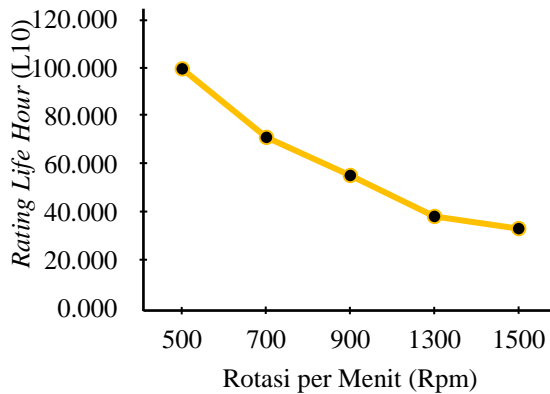
- Umur rata-rata bearing SKF 23068 CAC/W33 perhitungan teoritis adalah sekitar 4,37 tahun.

Dari analisis pengolahan data diatas yang didapat hasil perbandingan umur aktual putaran (revolusi) bearing dengan umur teori putaran bearing, didapatkan angka 0,52. Yang artinya efisiensi bearing yang terpakai dilapangan hanya berkisar 52%.

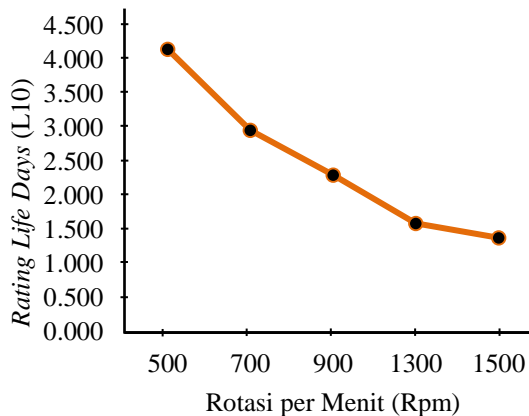
Maka didapatkan hasil bahwa umur aktual kecil dari umur perhitungan teori, dimana dalam optimal pemakaian dilapangan hanya berkisar 4,3 tahun. Ini terjadi disebabkan oleh setiap kerusakan dan kelainan yang menimbulkan perbaikan pembongkaran bearing. Maka bearing harus diganti untuk menghindari kerusakan yang cepat dan tak terduga. Sementara dalam perhitungan teorinya hanya mengandalkan kehandalan 90%.

3.3.3 Pengaruh Kecepatan Putaran Terhadap Umur Bearing

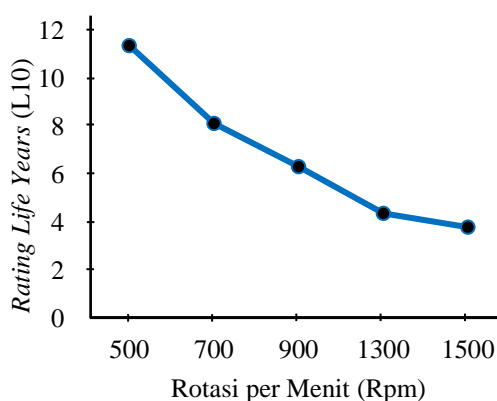
Hasil grafik hubungan pengaruh kecepatan putaran motor penggerak (rpm) terhadap umur bearing dapat dilihat pada Gambar 3,4 dan 5.



Gambar 3 Grafik Hubungan Pengaruh Putaran Motor Penggerak (Rpm) dengan Umur Bearing (Jam)



Gambar 4 Grafik Hubungan Pengaruh Putaran Motor Penggerak (Rpm) dengan Umur Bearing (Hari)



Gambar 5 Grafik Hubungan Pengaruh Putaran Motor Penggerak (Rpm) dengan Umur Bearing (Tahun)

Pada grafik diatas ini didapatkan data dengan menggunakan lima variasi kecepatan putaran yaitu 500 rpm, 700 rpm, 900 rpm, 1300 rpm dan 1500 rpm. Analisis pengaruh kecepatan putaran pada

bearing, pada tabel didapatkan hasil yang berbeda antara kecepatan putaran 500, 700, 900, 1300, dan 1500 rpm [10]. Dengan kecepatan putaran terendah 500 rpm dengan umur *bearing* didapat kan 11,3 tahun. Sedangkan yang paling cepat dengan kecepatan putaran 1500 rpm dengan umur *bearing* didapat kan 3,79 tahun. Hal ini menandakan bahwa semakin cepat kecepatan putaran *bearing*, maka lapisan *film* yang dihasilkan makin tipis maka sangat berpengaruh dengan umur *bearing* akan semakin kecil. Hal ini dapat terjadi, karena apabila kecepatan semakin tinggi maka gaya sentripetalnya akan semakin besar pula. Sehingga larutan lebih cepat merata dan semakin tipis karena gaya tarik permukaan ke samping semakin besar [11]. Namun hal ini mengakibatkan terdapat sejumlah larutan yang terkena percikan dan berlebih karena tidak terkena lapisan *film* (substrat).

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan perhitungan yang telah dilakukan terhadap *roller bearing* pada *roller grinding atox coal mill*, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perbandingan umur aktual rata-rata 2,3 tahun dengan perbandingan umur perhitungan teoritis 4,37 tahun adalah 0,52. Perbandingan itu menghasilkan rasio efisiensi dengan harga mutlak 52%. Jadi pemakain optimal *bearing* dilapangan berkisar 52%.
2. Pada analisis ini didapatkan pengaruh kecepatan terhadap umur *bearing* bahwa kecepatan pemutaran *bearing* pada *roller grinding* mempengaruhi ketebalan lapisan film. Semakin cepat pemutaran semakin tipis lapisan film yang dihasilkan. Umur *bearing* yang dihasilkan pada analisis ini adalah kecepatan 500 rpm menghasilkan 11,3 tahun, kecepatan 700 rpm menghasilkan 8,1 tahun, kecepatan 900 rpm menghasilkan 6,3 tahun, kecepatan 1300 rpm menghasilkan 4,3 tahun, dan kecepatan 1500 rpm menghasilkan 3,7 tahun.

Daftar pustaka

- [1] Masmukti, (2011). *Bantalan dan Sistem Pelumasan*. Jurnal Bantalan dan Sistem Pelumasan, Vol. 11. No 11: pp 11-1, 11-2
- [2] Standar ANSI API 689, Mekanisme Kegagalan Material, Abrianto Akuan, Techno MET UNJANI, (2008). Analisa Kegagalan Logam, Vol. 1. No 1: pp 1-9
- [3] FL Smidth, Atox Coal Mill. Tiga Daun *Engineering*, 2012. Konstruksi dan Prinsip Operasi dan Pemeliharaan, Vol. 32. No 17: pp 1-37

- [4] Soedibyo. 1993. Teknik Bendungan. PT. Pradnya Paramita. Jakarta. Hidrologi teknik, Vol. 2 pp 41
- [5] SKF, *Bearings General Catalogue*, The SKF Group, SKF : Germany, 1994. Spherical Roller Bearings Data, Vol. 68. No 6: pp 459-482
- [6] SKF *General Catalogue, Media-Print*, Germany, 2003. Spherical Roller Bearings Data Loads, Vol. 68. No 6: pp 459
- [7] SKF *Products Information Services Spherical Roller Bearings*, 2003. Spherical Roller Bearings Special Application Requirements, designs and bearing data, Vol 1:12
- [8] FAG, *Rolling Bearing Failure Analysis*, FAG: Australia, 2005. Rolling Bearing Damage Symptoms and Their Causes Vol.6. No 7: pp 1-8
- [9] SKF. (2012). *Bearing Failures and Their Causes*. Sweden : Palmeblads Tryckeri AB. Properly Identifying and Analyzing Causes of Bearing Failure, Vol.12. No 12: pp 1-24
- [10] J. of The Braz. Soc. Of Mech. Sci & Eng. *Consideration of Stribeck Diagram Parameters in the Investigation on Wear and Friction Behavior in Lubricated Sliding*, Sao Paulo: Brazil, 2007. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, Vol.29. No.1 : pp 1-6
- [11] Koyo, (2013). *Ball and Roller Bearings: Failures, Causes and Countermeasures*. JTEKT CORPORATION. Review of Different Types of Bearing Failure, Vol.2. No.3 : pp 453-460